

2006

Progettazione e ristrutturazione delle stazioni video delle Eolie

Emilio Pecora, Emilio Biale

n.33

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma

tel 06518601 • fax 065041181

www.ingv.it



PROGETTAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DELLE STAZIONI VIDEO DELLE EOLIE

Emilio Pecora, Emilio Biale

Riassunto

In questo lavoro è stata rappresentata l'opera di progettazione e ristrutturazione delle stazioni video di Stromboli a seguito della forte esplosione del 05 Aprile 2003 che ha causato la distruzione della stazione video, operante in maniera continua ormai da diversi anni, posta in località "Il Pizzo Sopra la Fossa" in cima al vulcano Stromboli.

Per la prima volta in Italia un vulcano attivo è stato monitorato in continuo, ventiquattro ore al giorno, mediante l'utilizzo di telecamere infrarosso e termografiche.

All'Osservatorio di San Vincenzo di Stromboli è stato progettato e realizzato un nuovo sistema automatico d'acquisizione, digitalizzazione, visualizzazione, archiviazione e trasferimento in internet ed in intranet delle immagini del vulcano Stromboli in formato di singoli frame e di filmati. È stato rimesso in linea, sulle immagini infrarosso, il sistema automatico di riconoscimento e classificazione degli eventi esplosivi dello Stromboli (VAMOS) [Bertucco et al., 1999] ed è in fase di test una nuova versione (New Saraterm) del sistema automatico di allerta (Saraterm) [Andò e Pecora, 2006] che utilizza le immagini provenienti dalla telecamera termica Flir 320 M.

Contemporaneamente è stata progettata e messa in opera a Lipari la nuova stazione video che riprende l'isola di Vulcano, il nuovo sistema di ricezione delle immagini provenienti da Stromboli e il nuovo sistema di trasmissione dei segnali video tra l'Osservatorio della Marina di Lipari e il centro Marcello Carapezza di Vulcano.

Introduzione

La Stazione video di Stromboli, operante in maniera continua da alcuni anni, riprendeva le immagini dei crateri sommitali del vulcano Stromboli mediante una telecamera a colori della Sony posta in prossimità dei crateri sommitali in località "Il Pizzo Sopra La Fossa" (Figura 1) e le inviava al centro operativo GNV di Stromboli e all'Osservatorio della Marina di Lipari utilizzando un ponte ripetitore a microonde posto in cima al vulcano in località "I Vancori", ed un sistema professionale di trasmettitori e ricevitori a microonde della Sice s.r.l..

Le immagini dell'attività del vulcano (Figura 2) erano infine rimbalzate dall'Osservatorio della Marina di Lipari agli uffici dell'I.N.G.V. di Lipari ed al Centro Marcello Carapezza di Vulcano in modo tale da averle in tempo reale e su supporto magnetico.

In seguito alla forte attività del vulcano Stromboli del 5 Aprile 2003 la stazione suddetta è stata completamente distrutta non consentendo più ai vulcanologi una visione continua e dettagliata dell'area craterica.

Per sopperire a tale carenza e per fornire continuità e qualità al servizio di monitoraggio visivo è stato deciso di provvedere all'installazione di quattro telecamere provvisorie in attesa di procedere al ripristino ed al potenziamento della stazione distrutta. La decisione è stata presa anche in considerazione del livello di pericolosità presente in prossimità della zona sommitale che impediva di portare a termine lavori onerosi per tempo e risorse umane.



Figura 1. Telecamera di Stromboli distrutta dall'esplosione del 5 Aprile.



Figura 2. Immagine dei crateri sommitali di Stromboli riprese dalla telecamera di sorveglianza Sony prima dell'esplosione del 5 Aprile.

I problemi da affrontare riguardavano essenzialmente la scelta ed il dimensionamento del materiale da utilizzare nonché le modalità d'intervento poiché il trasporto del materiale sul sito in questione poteva essere effettuato esclusivamente con l'utilizzo dell'elicottero messo a disposizione dal Dipartimento della Protezione Civile.

È stato necessario più di un sopralluogo al fine di ottimizzare l'intervento in termini di utilizzo del materiale e di modalità operative.

Inoltre, si è pensato di acquisire, digitalizzare, archiviare i quattro segnali video di Stromboli direttamente all'Osservatorio di San Vincenzo a Stromboli, sede del Centro Operativo Avanzato (COA) del Dipartimento della Protezione Civile, per poi trasferirli alla sede di Catania e renderli successivamente disponibili in intranet ed in internet.

In seguito alla chiusura di una delle due sedi di Lipari e alla ristrutturazione dell'Osservatorio della Marina è stata sostituita la telecamera Sony DXC 3000 che inquadrava l'isola di Vulcano con una telecamera Canon VC-C4 remotabile da Catania, è stato smantellato il vecchio sistema di trasmissione a microonde ed è stato predisposto tutto il nuovo sistema di ricezione, digitalizzazione e archiviazione dei segnali video provenienti da Stromboli.

A Lipari è stato anche installato un nuovo sistema per la trasmissione dei segnali video da Lipari al Centro Marcello Carapezza di Vulcano.

1. Sopralluoghi preliminari a Vulcano e Stromboli

1.1. Sopralluogo preliminare a Vulcano

Per predisporre il nuovo sistema di ricezione dei segnali video provenienti da Stromboli e per predisporre l'istallazione della nuova telecamera Canon VC-C4 e del sistema di trasmissione delle immagini da Lipari Osservatorio al Centro Marcello Carapezza di Vulcano è stato necessario effettuare un sopralluogo, sia all'Osservatorio di Lipari sia a quello di Vulcano.

Poiché l'Osservatorio di Lipari è stato recentemente ristrutturato (Figura 3), si è proceduto a smantellare tutto il sistema a microonde esistente per la ricezione e la trasmissione dei segnali video, divenuto obsoleto e mal funzionante, e ad effettuare tutti i rilievi e le misure necessarie per le future istallazioni.



Figura 3. Immagine dell'Osservatorio della Marina di Lipari recentemente ristrutturato.

1.2. Sopralluogo preliminare a Stromboli

Per constatare i danni subiti dalla stazione video di Stromboli durante l'esplosione del 5 Aprile 2003 (Figure 4 e 5) e per predisporre il nuovo sistema provvisorio di sorveglianza costituito da quattro telecamere, è stato effettuato un sopralluogo in località "Il Pizzo Sopra La Fossa" e a quota 400 m. s.l.m. in prossimità della postazione radar (Figure 6 e 7).



Figura 4 e 5. Immagini della telecamera di sorveglianza Sony e dello shelter contenente il sistema di trasmissione e di alimentazione dopo l'esplosione del 5 Aprile.



Figura 6 e 7. Immagini della postazione radar a quota 400 m. s.l.m..

Per ottimizzare il trasferimento delle immagini è stato infine effettuato un sopralluogo a Punta Labronzo e all'Osservatorio di San Vincenzo, poiché da un casotto di Punta Labronzo parte la linea in fibra ottica che arriva all'osservatorio suddetto dove si trovano anche tutti gli altri sistemi di acquisizione.

2. Intervento all'Osservatorio di Lipari e al Centro Marcello Carapezza di Vulcano

In seguito al sopralluogo sono stati portati da Catania e assemblati all'Osservatorio di Lipari due armadi rack (Figura 8) nei quali è stata posta tutta la strumentazione necessaria alla ricezione dei segnali video provenienti da Stromboli in località "I Vancori" ed il sistemi di digitalizzazione, di inserimento della data e dell'orario mediante tecnologie GPS, di visualizzazione, di archiviazione su supporto magnetico e di trasferimento, mediante rete informatica dedicata a 2 MB, delle immagini di Stromboli e Vulcano.

Per permettere la ricezione dei segnali video di Stromboli, saranno installati in questo rack anche i due ricevitori professionali della Sice s.r.l. operanti a frequenze di dieci Ghz.

Alle immagini viene inserita la data e l'orario con precisione del micro secondo mediante sistemi professionali della Alpermann e Velte basati su tecnologia GPS. Dai Time Code i segnali giungono a dei distributori video che li smistano ai sistemi di digitalizzazione, ai sistemi di visualizzazione e di archiviazione.

I dati sono digitalizzati da tre personal computer con velocità dei processori di 2,4 Ghz, dotati ciascuno di due schede di acquisizione video Videum AV 1000, una per la digitalizzazione ad un frame ogni due secondi, l'archiviazione ed il trasferimento dei singoli frame e l'altra per permettere lo streaming in diretta a Catania delle immagini a cinque frame al secondo. Oltre al trasferimento dei singoli frame e dello streaming video, a Catania arrivano anche i filmati in formato avi della durata di quindici minuti ciascuno creati da un software dedicato sviluppato dalla Sala Operativa del suddetto Istituto. La scelta di utilizzare due schede video e due frame rate diversi per lo streaming e la creazione dei filmati avi è stata effettuata sia per non perdere dati in caso di interruzione del flusso video, cosa che con il solo streaming poteva accadere, sia per permettere la visione delle immagini archiviate (frame singoli e filmati in formato avi) ad una risoluzione maggiore rispetto a quella dello streaming in diretta, a frame rate maggiore, ma a più bassa risoluzione rispetto ai filmati e ai frame singoli, poiché utilizzato principalmente per la sorveglianza in sala operativa. Nell'effettuare il dimensionamento dei dati si è anche tenuto in considerazione l'ottimizzazione della banda necessaria al trasferimento delle immagini tra le diverse sedi. Attualmente sono in fase di studio soluzioni diverse per cercare di migliorare ulteriormente l'archiviazione, il trasferimento e la visualizzazione dei dati.

I singoli frame, giunti alla sede dell'INGV di Catania, sono pubblicati nella pagina Intranet ed Internet, mentre i filmati in formato avi sono archiviati su supporto ottico.

Le immagini oltre che ad essere salvate su hard disk vengono archiviate su nastro magnetico mediante videoregistratori time lapse Panasonic AG 6040 ad un frame ogni due secondi e visualizzate su un monitor tv a colori della Sony da 20”.



Figura 8. Immagine degli armadi rack installati all'Osservatorio di Lipari contenenti la strumentazione dedicata.

Successivamente a questa prima fase si è proceduto all'installazione della telecamera Canon VC-C4 (Figura 9), remotabile dalle sedi di Catania, che permette la visione dell'isola di Vulcano con particolare riferimento all'area craterica (Figure 10 e 11).



Figura 9. Immagine della telecamera Canon VC-C4 installata all'Osservatorio di Lipari.



Figura 10. Immagine dell'isola di Vulcano ripresa dalla telecamera Canon VC-C4 installata all'Osservatorio di Lipari.

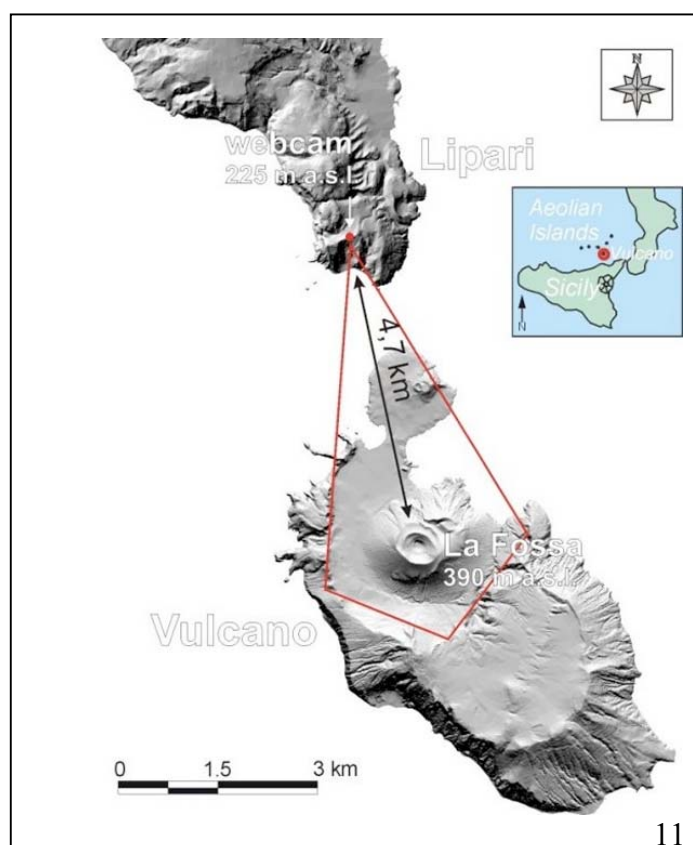


Figura 11. Mappa sulla quale è riportata la posizione della stazione video di Lipari che riprende l'isola di Vulcano.

Per permettere ai segnali video di Stromboli e Vulcano di essere visualizzati sui monitor della sala visitatori del Centro Marcello Carapezza di Vulcano è stato realizzato un sistema di trasmissione delle immagini, operante a 2 Ghz, tra l'Osservatorio di Lipari ed il suddetto centro di Vulcano.

Le immagini di Stromboli e Vulcano, in uscita dai time code con inserita la data e l'orario, sono inviate a due trasmettitori MTV 2500 e da lì a due antenne logaritmiche periodiche 21 elementi 1000-2200 Mhz G9-10 DB.

Sul tetto del Centro Marcello Carapezza di Vulcano sono state installate due antenne a pannello in rete cm 80 x 100 1700-2700 Mhz 20-24 DB (Figura 12).

Ad ogni antenna è stato collegato un preamplificatore 2,2-3 Ghz per aumentare la qualità del segnale.

Per il collegamento tra le antenne e i due demodulatori audio video programmabili RV 2000 A è stato utilizzato il cavo schermato Aircomm Plus.



Figura 12. Sistema di ricezione dei segnali video di Stromboli e Vulcano in località Centro Marcello Carapezza a Vulcano.

La frequenza del segnale video di Vulcano è stata settata a 2000 Mhz mentre quella di Stromboli a 2200 Mhz.

I due segnali demodulati vengono infine visualizzati su due monitor tv della Sony da 21" messi all'interno della sala visitatori del centro. Il primo monitor mostra l'immagine di Vulcano così come ripreso dalla telecamera posta a Lipari (Figura 10), il secondo monitor in futuro visualizzerà l'immagine di Stromboli non appena verrà rimesso in funzione la trasmissione tra "I Vancori" (Stromboli) e l'Osservatorio della Marina (Lipari).

3. Installazione di quattro telecamere sullo Stromboli

Per la prima volta il vulcano Stromboli è stato monitorato in continuo, ventiquattro ore al giorno, mediante l'utilizzo di telecamere infrarosso e termografiche.

L'intera fase di progettazione ha avuto una durata di un mese durante la quale sono stati scelti i materiali e sono stati effettuati i dimensionamenti degli apparati.

Durante la fase di assemblaggio e test dei materiali, durata tre settimane circa, sono stati affrontati problemi di varia natura riguardanti i sistemi di trasmissione e di alimentazione.

L'assemblaggio dei telai in acciaio inox e delle custodie stagne ha richiesto un notevole impegno e tempi operativi lunghi.

I telai sono stati progettati in maniera tale da permettere di ospitare un'asta telescopica per l'aggancio di una telecamera, un pannello solare della Kyocera da 120 W (cm 120 x 80) e una custodia della Lengrand con all'interno un regolatore di carica e una batteria della DEA da 157 Ah. Al collaudo, sono state apportate alcune modifiche alla struttura mediante opportune barre trasversali, per irrigidire l'asta telescopica realizzata per l'aggancio della telecamera.

Con particolari supporti sono stati realizzati i punti di tiro per i cavi di acciaio necessari a fissare saldamente la struttura al suolo.

Anche il montaggio degli apparati di trasmissione e ricezione, nonché l'assemblaggio delle telecamere ha richiesto molteplici modifiche ai materiali standard acquistati. La custodia per la telecamera infrarosso è stata fatta realizzare da una ditta esterna su esplicitate e particolareggiate indicazioni per permettere la protezione totale ed un corretto utilizzo del sensore (Figura 13).



Figura 13. Custodia con all'interno la telecamera Opgal.

La custodia alloggia al suo interno la telecamera ed il trasmettitore video ed è fissata, mediante una staffa orientabile, ad un palo installato in loco. L'obiettivo della telecamera è stato protetto dagli agenti atmosferici da un'ottica aggiuntiva realizzata con vetro al germanio di spessore 5 mm.

Alcune modifiche sono state apportate anche alla custodia stagna di una delle due telecamere visibili della Intellisystem con CCD Sony inserendo il trasmettitore all'interno della custodia stessa (Figura 22).

Di seguito sarà data una spiegazione dettagliata degli apparati utilizzati e delle ubicazioni delle telecamere.

3.1. Le telecamere di quota 400 m s.l.m.

3.1.1. La telecamera visibile Intellisystem ITTCC 5

Una telecamera a basso consumo della Intellisystem con CCD Sony (modello ITTCC5) e con ottica varifocal Canon TV 3310D-2 (Figura 14) che copre un angolo di vista da 36° a 84° è stata montata a ridosso della struttura del radar di quota 400 m.s.l.m. (Figura 15) per riprendere il vulcano dal lato della Sciara del Fuoco (Figura 16).

Essa trasferisce le immagini a Punta Labronzo mediante un trasmettitore video MTX 2100 da 100 mW settato a 2075 Mhz ed un'antenna logaritmica periodica 21 elementi 1000-2200 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzata (polarizzazione verticale) agganciata allo shelter posto vicino al radar (Figura 17).

In questo shelter è stata portata l'energia elettrica dal Dipartimento della Protezione Civile durante la fase iniziale dell'Emergenza Stromboli nel Febbraio del 2003, mediante una linea che parte da Punta Labronzo.

Per il collegamento tra l'antenna ed il trasmettitore audio video programmabile MTX 2100 da 100 mW è stato utilizzato il cavo schermato Aircomm Plus.



Figura 14. La telecamera Intellisystem ITTCC5 installata a quota 400 m s.l.m..

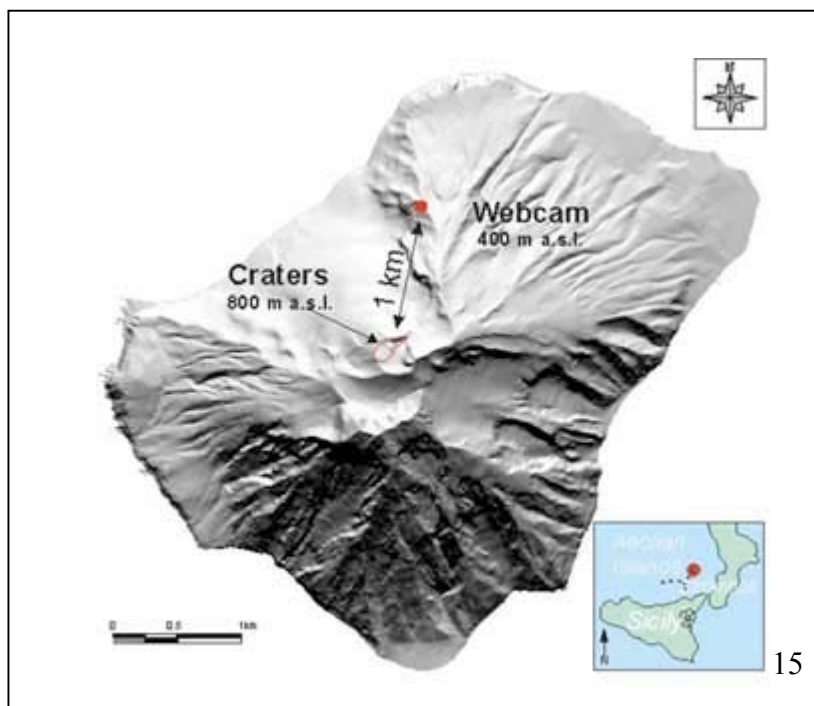


Figura 15. Mappa sulla quale è riportata la posizione delle stazioni video visibile e termica di Stromboli istallate a quota 400 m s.l.m..



Figura 16. Immagine della Sciara del Fuoco e dei crateri sommitali ripresa della telecamera Intellisystem ITTCC5 di quota 400 m s.l.m..



Figura 17. Le due antenne di trasmissione di quota 400 m s.l.m..

3.1.2. Telecamera termica FLIR 320M

La telecamera termica Flir 320 M (Figura 18) è stata installata, mediante un apposito supporto realizzato e adattato in loco, a ridosso della struttura adibita all'alloggiamento del radar e accanto alla telecamera visibile.

La Flir 320 M è dotata di sensore focal plane array microbolometrico non raffreddato da 320 x 240 pixel, con range spettrale va da 7.5 a 13 micrometri e con sensitività termica di 0,1 °C a 30°C.

Essa utilizza un ottica standard da 24° con risoluzione spaziale (IFOV) di 1.3 mrad, con un campo di vista orizzontale di 24° e un campo di vista verticale di 18° ed è stata dotata anche di un filtro opzionale per la misura di temperature fino a 1500°C con la possibilità di settare tre range di misura (da - 40°C a 120°C, da 0°C a 500° e da 350°C a 1500°C).

Le uscite possono essere video composito e video digitale a 16 bit.

La telecamera termica è in grado di fornire i dati relativi alla temperatura dell'attività osservata in funzione di alcuni parametri ambientali, come ad esempio la temperatura esterna e l'umidità

dell'aria e permette la visione dell'attività vulcanica (Figura 19) sia di giorno sia di notte con uguale risoluzione, anche in condizioni ambientali non ottimali (presenza di scarsa nebbia e solo in prossimità delle bocche eruttive). In caso di forte nebbia o nuvole basse che ricoprono interamente l'area tra la postazione video e le bocche eruttive, anche la telecamera termica non riesce a dare alcuna informazione.



Figura 18. Telecamera termica Flir 320 M di quota 400 m s.l.m..



Figura 19. Immagine di una tipica esplosione stromboliana ripresa dalla telecamera termica Flir 320 M installata a quota 400 m s.l.m..

L'uscita video della telecamera termica Flir 320 M e il cavo seriale di controllo della stessa entrano nello shelter dove è alloggiato anche il trasmettitore video MTX 2100 da 100 mW settato a 2200 Mhz (Figura 20) e la breakout box della Flir che permette una connessione PC \leftrightarrow Telecamera.

Il trasmettitore è a sua volta connesso ad un'antenna logaritmica periodica 21 elementi 1000-2200 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzata (polarizzazione orizzontale) agganciata allo shelter posto vicino al radar (Figura 17) e direzionata su Punta Labronzo.

Per il collegamento tra l'antenna ed il trasmettitore audio video programmabile MTX 2100 da 100 mW è stato utilizzato il cavo schermato Aircomm Plus.

All'interno dello shelter è stato installato anche un gruppo di continuità da 400 VA per permettere un minimo di autonomia in caso di assenza di energia elettrica.



Figura 20. Modulatori MTX 2100 utilizzati a quota 400 m s.l.m..

3.2. Telecamere a “Il Pizzo Sopra la Fossa”

3.2.1. La telecamera visibile Intellisystem ITTCC 5

La telecamera e l'ottica installata a “Il Pizzo Sopra la Fossa” (Figura 21) sono le stesse di quelle installate a quota 400 m s.l.m.. La custodia stagna contenente la telecamera (Figura 22), il sistema di trasmissione e quello di alimentazione sono stati fissati ad un telaio in acciaio inox 100 % opportunamente progettato e realizzato (Figure 23 e 24).

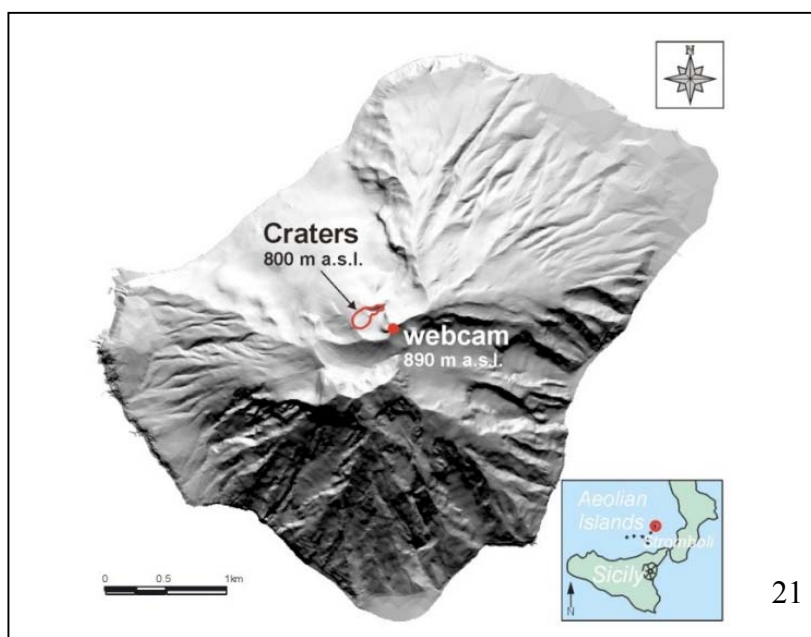


Figura 21. Mappa sulla quale è riportata la posizione delle stazioni video visibile e infrarosso di Stromboli installate a “Il Pizzo Sopra la Fossa”.

Il telaio è stato provvisto sia di una barra telescopica per l'installazione della telecamera e di un'antenna logaritmica periodica 21 elementi 1000-2200 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzata (polarizzazione orizzontale), sia del vano batteria e regolatore di carica, ed è stato fissato al suolo con quattro picchetti di rame che servono anche come protezione contro le fulminazioni.

Le immagini (Figura 25) sono trasmesse a Punta Labronzo mediante un trasmettitore MTX 2100 da 100 mW settato a frequenza 2000 Mhz ed inserito nella custodia stagna di protezione della telecamera.

Per il collegamento tra l'antenna ed il trasmettitore audio video programmabile MTX 2100 da 100 mW è stato utilizzato il cavo schermato Aircell 7.



Figura 22. Telecamera Intellisystem ITTCC5 installata a “Il Pizzo Sopra la Fossa”.



Figura 23. Le due stazioni video istallate a “Il Pizzo Sopra la Fossa”.

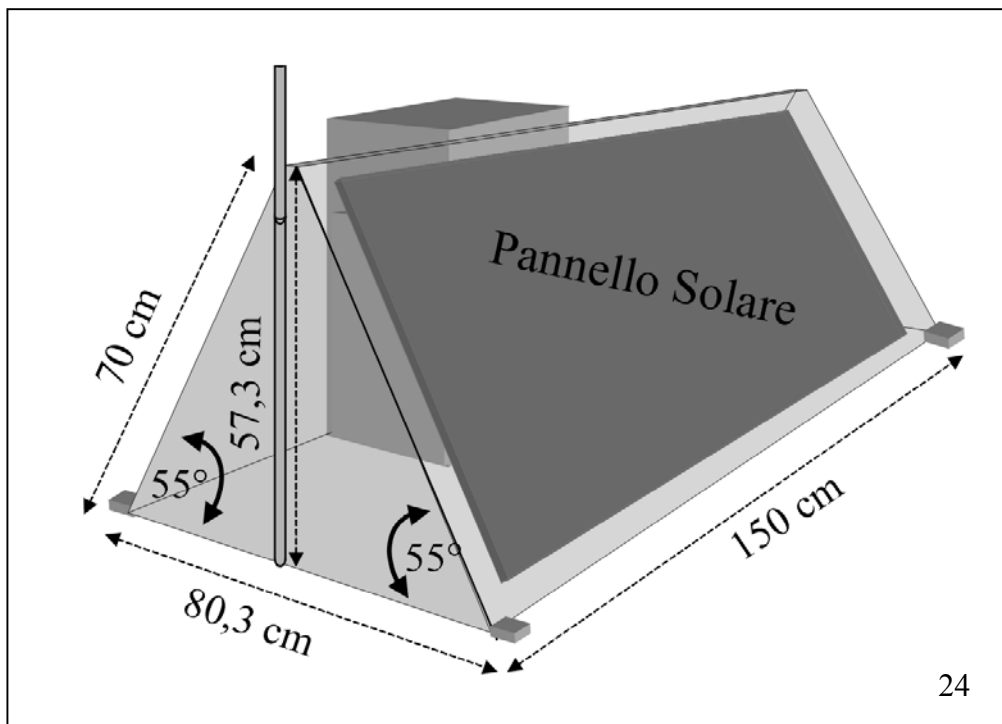


Figura 24. Schema e misure del telaio in acciaio inox progettato e realizzato.



Figura 25. Immagini della terrazza craterica riprese dalla telecamera Intellisystem ITTCC5 installata a “Il Pizzo Sopra La Fossa”.

La scelta dei materiali utilizzati a Stromboli in località “Il Pizzo Sopra la Fossa” è stata accuratamente studiata per soddisfare la maggior parte delle richieste dei vulcanologi e per far fronte ai problemi di alimentazione ed usura ben noti in quel sito.

Per il dimensionamento dell’energia elettrica necessaria è stata calcolata la potenza P da installare ipotizzando:

- 1) il funzionamento delle stazioni ventiquattro ore al giorno
- 2) tre ore di luce solare al giorno tra inverno ed estate
- 3) circa cinque giorni di autonomia

4) 200 W/giorno di consumo medio degli attuatori

La potenza P da installare è data da:

$$P = (\text{carico giornaliero} / \text{ore di illuminazione equivalenti}) \times (1 / \rho) \approx 90 \text{ W} \quad \text{dove } \rho = 0,8$$

Considerato che i pannelli Kyocera (Figura 26) forniscono 120 W cadauno, il numero di pannelli necessari è stato di: $n = 90/120 \quad n \approx 1$

Per il calcolo del numero di batterie necessarie si è proceduto nel seguente modo:

$$c = (\text{c.e.g.} / \eta) \times (\text{n.g.a.r.})$$

con c.e.g. = carico elettrico giornaliero, con n.g.a.r. = numero di giorni di autonomia richiesti, e con $\eta = 0.65$

Quindi la capacità di accumulo è:

$$c \approx 1600 \text{ W/h}$$

Esprimendo tale quantità in Ah avremo:

$$c = 1600 / 12 \approx 140 \text{ Ah}$$

Considerato che le batterie utilizzate sono da 150 Ah il numero di batterie necessarie è stato di:

$$b = 140 / 150 \approx 1.$$



Figura 26. Specifiche dei pannelli fotovoltaici Kyocera.

Le batterie, il pannello fotovoltaico ed il carico sono stati collegati tra loro mediante un regolatore di carica della DEA, il “Theta 30 Ah”.

3.2.2. Telecamera infrarosso Opgal EYE – M 320B

Nell’attesa di ripristinare la stazione video di Stromboli distrutta dalla forte esplosione del 5 aprile 2003 e per avere una visione continua dei crateri sommitali anche in condizioni di scarsa visibilità, è stata installata provvisoriamente in località “Il Pizzo Sopra la Fossa” la telecamera infrarosso Opgal. EYE – M 320B. Tale telecamera ha sostituito nel 2004 il modello della Raytheon S-300,

comprata nel 1998 ed installata a Stromboli nel 2003, che però non ha dato buoni risultati dal punto di vista dell'affidabilità e della risoluzione.

La Opgal. EYE – M 320B è dotata di un sensore Amorphous Silicon Microbolometrico da 320 x 240 pixel con range spettrale va da 8 a 12 μm e con NEDT $\leq 70^\circ \text{ mK}$. Essa utilizza un ottica da 12mm con un campo di vista orizzontale di circa 60° ed è remotabile tramite RS 422.

La custodia stagna contenente la telecamera (Figura 27) ed il sistema di trasmissione sono stati installati su un palo posto in prossimità della stazione, mentre il sistema d'alimentazione è stato assemblato e fissato ad un telaio d'acciaio inox appositamente progettato e realizzato (Figure 23 e 24).



Figura 27. Telecamera Opgal. EYE – M 320B installata a “Il Pizzo Sopra la Fossa”.

Il telaio è stato provvisto sia di una barra telescopica per l'installazione di un'antenna logaritmica periodica 21 elementi 1000-2200 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzata (polarizzazione verticale), sia del vano batteria e regolatore di carica, ed è stato fissato al suolo con quattro picchetti di rame che servono anche come protezione contro le fulminazioni.

Le immagini (Figura 28) sono trasmesse a Punta Labronzo mediante un trasmettitore MTX 2100 da 100 mW settato a frequenza 2125 Mhz e direttamente inserito nella custodia di protezione della telecamera.

Per il collegamento tra l'antenna ed il trasmettitore audio video programmabile MTX 2100 da 100 mW è stato utilizzato il cavo schermato Aircell 7.

È stato effettuato il dimensionamento dell'energia elettrica necessaria ed è stata calcolata la potenza P da installare.

Nel caso della telecamera infrarosso la potenza $P = 115 \text{ W}$, pertanto è stata sufficiente l'installazione di un solo pannello della Kyocera da 120 W; invece con una batteria della DEA da 157 Ah l'autonomia è leggermente inferiore a quella calcolata per la telecamera visibile.

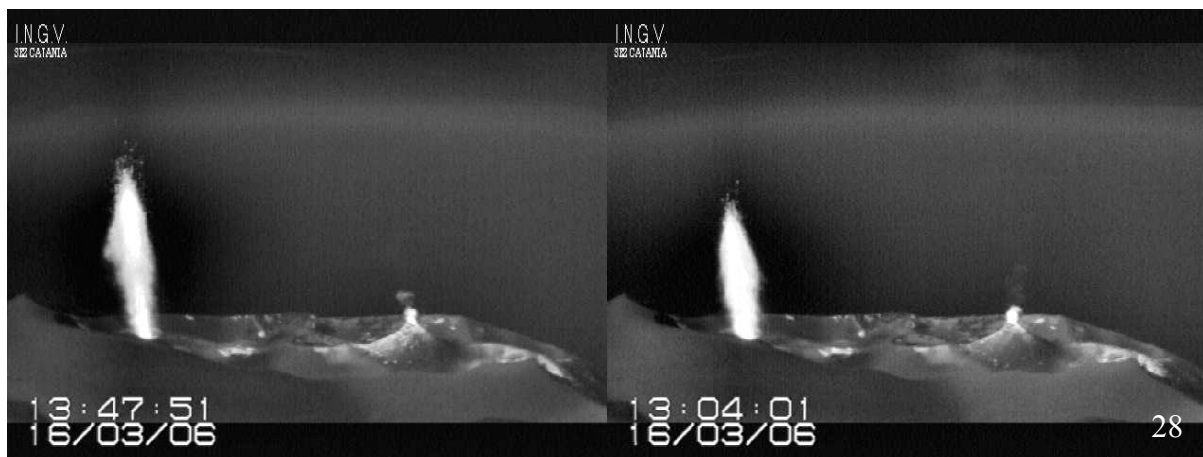


Figura 28. Immagini della terrazza craterica riprese dalla telecamera Opgal. EYE – M 320B installata a “Il Pizzo Sopra La Fossa”.

4. La stazione di Punta Labronzo

Le antenne dei sistemi di trasmissione di quota 400 m s.l.m. e del “Pizzo Sopra la Fossa”, sono tutte orientate verso Punta Labronzo (Figura 29), dove sono stati installati i sistemi di ricezione video a 2 Ghz ed i sistemi di trasmissione video per fibra ottica (Figura 30).

Poiché i segnali video delle telecamere dovevano essere inviati all'Osservatorio di San Vincenzo e tale osservatorio non si trova in visibilità né con quota 400 m s.l.m. né col “Pizzo Sopra la Fossa”, è stato deciso di utilizzare una stazione intermedia ripetitrice. La stazione intermedia è ubicata in uno shelter a Punta Labronzo dal quale parte una linea trasmissione dati in fibra ottica che arriva all'osservatorio suddetto.

Tutti e quattro i segnali video sono ricevuti mediante quattro antenne a pannello in rete da cm 60 x 40 1700-2700 Mhz 14-16 DB polarizzate opportunamente (Figura 31).

I segnali video transitano attraverso degli amplificatori di segnale a 2,2-3 Ghz per aumentare la qualità del segnale e giungono a quattro demodulatori programmabili, ciascuno settato in funzione della rispettiva frequenza di trasmissione.

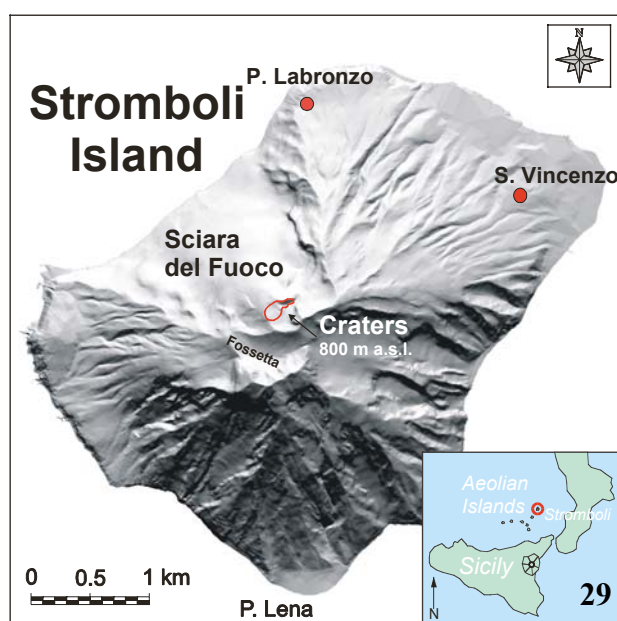


Figura 29 Mappa sulla quale è riportata la posizione della stazione video ripetitore di “Punta labronzo” e della stazione video di acquisizione di San Vincenzo a Stromboli.

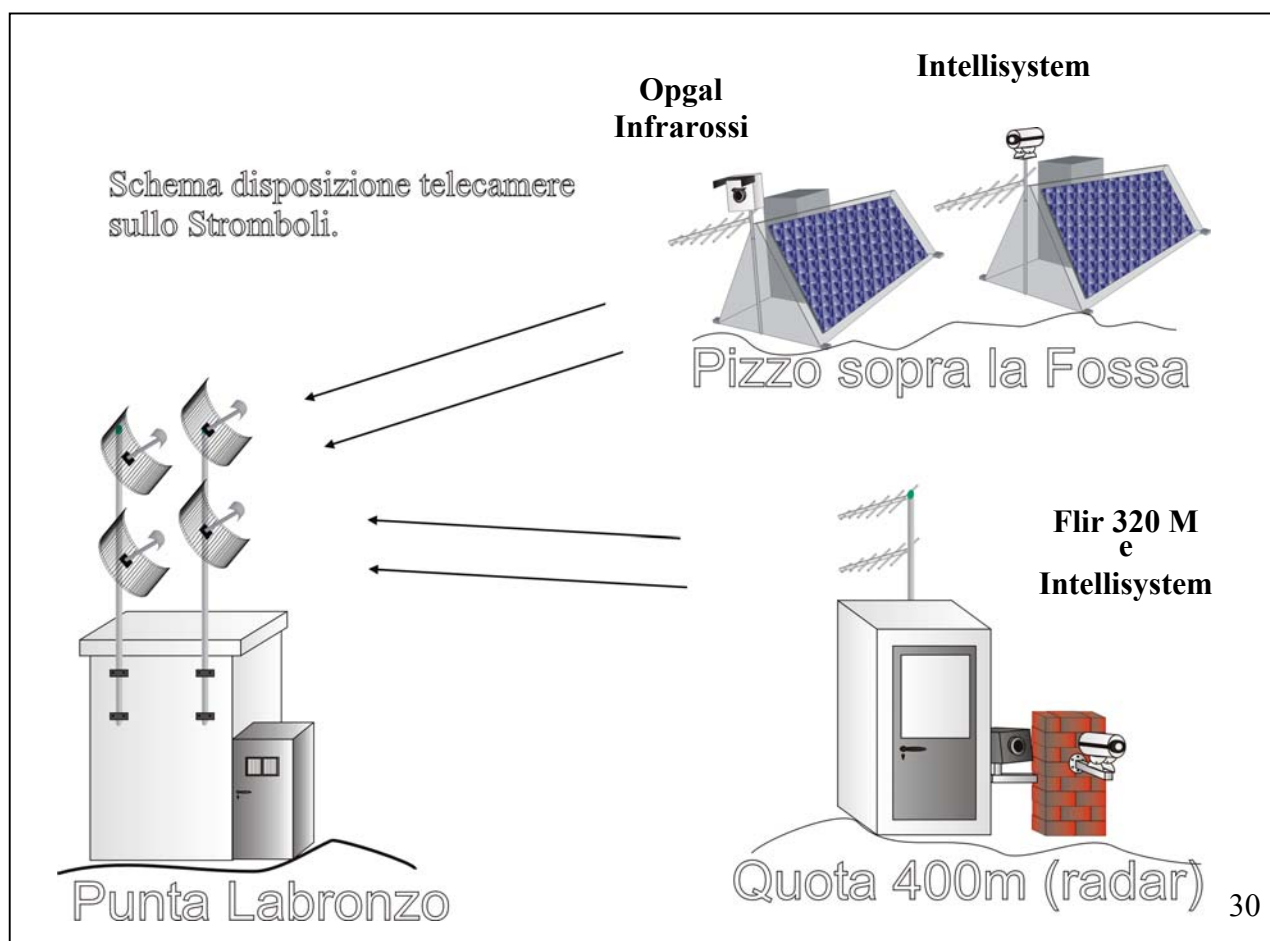


Figura 30. Schema delle trasmissioni delle telecamere sullo Stromboli.



Figura 31. Quattro antenne riceventi installate a Punta Labronzo.



Figura 32. Sistema di demodulazione a 2 Ghz e sistema di trasmissione per fibra ottica.

Una volta demodulati, i quattro segnali video vengono trasmessi all'Osservatorio di San Vincenzo mediante due multiplexer per fibra ottica S 703 VT della Fiber Option (Figura 32) ognuno dei quali si occupa di modulare e poi trasferire due segnali video. All'interno del rack sono stati inoltre fissati due alimentatori da 5 Ampere della KERT (settati a 13,8V) che forniscono la giusta alimentazione agli apparati senza generare surriscaldamento eccessivo.

5. La stazione all'Osservatorio di San Vincenzo

I segnali video provenienti da “Il Pizzo Sopra la Fossa” e da quota 400 m s.l.m., demodulati a Punta Labronzo e da lì ritrasmessi mediante sistema a fibra ottica, giungono infine all'Osservatorio di San Vincenzo a Stromboli (Figura 33).



Figura 33. Osservatorio di San Vincenzo a Stromboli

I segnali video sono demodulati da due multiplexer per fibra ottica S 703 VR della Fiber Option ognuno dei quali demodula due segnali video per poi trasferirli ai sistemi automatici per l'inserimento della data e dell'orario, per l'acquisizione, per la visualizzazione e per il trasferimento in tempo reale alla sede di Catania.

Sul rack (Figura 34), situato nella sala operativa del suddetto osservatorio, è stato inoltre fissato un alimentatore da 5 Ampere della KERT (settato a 13,8V) che fornisce la giusta alimentazione agli apparati senza generare surriscaldamento eccessivo.



Figura 34. Rack posto nella sala operativa all'Osservatorio di San Vincenzo.

Dopo essere stati demodulati, i segnali video vengono trasferiti, tramite un cavo RG 59 da 75 Ω , a quattro time code che inseriscono la data e l'orario con precisione del micro secondo mediante un sistema professionale della Alpermann e Velte basato su tecnologia GPS. Dai Time Code i segnali giungono a due distributori video che li smistano ai sistemi di digitalizzazione, ai sistemi di visualizzazione e di archiviazione (Figura 35).



Figura 35. Sistemi di inserimento della data e dell'orario, sistemi di digitalizzazione, sistemi di visualizzazione e sistemi di archiviazione.

I dati sono digitalizzati da tre personal computer con velocità dei processori di 2,4 Ghz, dotati ciascuno di due schede di acquisizione video Videum AV 1000.

Un computer effettua la digitalizzazione, l'archiviazione e il trasferimento dei singoli frame provenienti dalla telecamera infrarosso Opgal e da quella Intellisystem di quota 400 m s.l.m., mentre gli altri due personal computer effettuano la digitalizzazione, l'archiviazione ed il trasferimento a Catania dei singoli frame della telecamera termica e di quella Intellisystem installata a "Il Pizzo Sopra La Fossa" e lo streaming in diretta a cinque frame al secondo delle immagini della telecamera termica di quota 400 m s.l.m. e di quella Opgal installata a "Il Pizzo Sopra La Fossa".

A Catania arrivano anche i filmati di tutte e quattro le telecamere in formato avi della durata di quindici minuti ciascuno creati da un software dedicato realizzato dalla Sala Operativa di Catania. I singoli frame giunti alla sede dell'INGV di Catania sono pubblicati nella pagina Intranet del suddetto Istituto con frequenza di un frame ogni 10 secondi, mentre i filmati in formato avi sono archiviati su supporto ottico.

I frame delle due telecamere Intellisystem sono inoltre pubblicati nella pagina Internet dell'Istituto con frequenza di un frame ogni 30 secondi, mentre quelli delle telecamere Infrarosso e Termica sono pubblicati nella pagina Internet dell'Istituto con frequenza di un frame ogni 900 secondi.

Le immagini della telecamera termica e della telecamera infrarosso, oltre che ad essere salvate su hard disk e supporto ottico, sono archiviate su nastro magnetico mediante due videoregistratori time lapse Panasonic AG 6040 ad un frame al secondo e tutte e quattro sono infine visualizzate su un monitor tv a colori della Sony da 20".

È Stato rimesso in linea, utilizzando le immagini della telecamera infrarosso Opgal. EYE – M 320B installata a "Il Pizzo Sopra La Fossa", il sistema automatico di riconoscimento e classificazione degli eventi esplosivi dello Stromboli (VAMOS) [Bertuccio et al., 1999], di fondamentale ausilio all'attività di monitoraggio e ricerca dei vulcanologi dell'I.N.G.V..

Contemporaneamente è in fase di test, oltre che a Stromboli anche sull'Etna, una nuova versione (New Saraterm) del sistema automatico di allerta (Saraterm) [Andò e Pecora, 2006] che utilizza le immagini provenienti dalla telecamera termica Flir 320 M per Stromboli e i dati video e radiometrici provenienti dalla telecamera termica Flir A 40 M per l'Etna.

Il Vamos e il New Saraterm di Stromboli girano in continuo su due personal computer con velocità dei processori di 2,4 Ghz, dotati ciascuno di una scheda di acquisizione National 1411, mentre un terzo personal computer con velocità del processore di 2,4 Ghz è dedicato alla classificazione degli eventi riconosciuti dal Vamos.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la cortese collaborazione prestata durante le diverse fasi di sviluppo, progettazione e installazione la dr.ssa Lucia Pruiti, il dott. Antonio Cristaldi, il sig. Salvatore Consoli, le guide di Stromboli, il Dipartimento della Protezione Civile, i piloti degli elicotteri, gli ingegneri e i tecnici della Sala Operativa dell'I.N.G.V. di Catania e gli altri ricercatori e tecnici dell'Unità Funzionale Vulcanologia e Geochimica della sezione di Catania.

Bibliografia

- Bertuccio L., Coltelli M., Cristaldi A., Mangiagli S., Nunnari G., Pecora E. *"Automatic Classification of eruptive events by the VAMOS system"*. Atti del Convegno GIAST 99 - VI Workshop San Sepolcro (AR), 14 -16 settembre 1999.
- Andò B., Pecora E. *"An advanced video-based system for monitoring active volcanoes"*. Computers & Geosciences, Elsevier, Volume 32, 2006, pag. 85 – 91.